

COVID-19 en Chile: análisis de su impacto por olas y regiones

ANDRÉS AYALA^{1,a}, PABLO VILLALOBOS DINTRANS^{2,b},
FELIPE ELORRIETA^{1,c}, MATILDE MADDALENO²,
CLAUDIO VARGAS¹, ANDRÉS ITURRIAGA^{1,d}

The impact of the different waves of COVID-19 pandemic in Chile across regions

Background: The effects of COVID-19 in Chile changed over time and among regions. **Aim:** To identify patterns in the impact and evolution of COVID-19 for each wave generated between 2020 and 2022 at the 16 regions of the country. **Material and Methods:** Several indicators related to the pandemic, their evolution and their consequences for the health system and the health of the population were calculated. **Results:** There are differences in the evolution of the infection across the regions of the country, as well as heterogeneity between waves. Specifically, the second wave in Chile was identified as the one with the greatest impact, with a national death rate of 123.5 deaths per 100,000 inhabitants and 66.4% intensive care unit occupancy rate due to COVID-19. Performing a geographic analysis, it was possible to find systematic patterns, for example, between regions with higher immunization rates and lower rates of lethality, such as the cases of Ñuble and Atacama regions. **Conclusions:** These results emphasize the need to consider regional differences and the temporal context for the elaboration of strategies to the efficient management of a pandemic.

(Rev Med Chile 2023; 151: 269-279)

Key words: COVID-19; Health Impact Assessment; Prevention & Control.

¹Departamento de Matemáticas y Ciencia de la Computación, Facultad de Ciencias, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile.

²Programa Centro Salud Pública, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile.

^aIngeniero Estadístico.

^bIngeniero Comercial, Doctor en Salud Pública.

^cIngeniero Estadístico, Doctor en Estadística.

^dIngeniero Civil Matemático, Doctor en Estadística.

Trabajo financiado por Proyecto Dicyt Asociativo 022191MH DAS, Universidad de Santiago de Chile.

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Recibido el 11 de octubre de 2022, aceptado el 16 de diciembre de 2022.

Correspondencia a:
Andrés Ayala
Santa Rita 951, La Reina
andres.ayala@usach.cl

En el contexto de la pandemia por COVID-19, América es la región que ha concentrado algunas de las tasas de incidencia y mortalidad más altas del mundo¹. Así, Chile constituye un caso relevante de estudio, estando entre los cinco países con mayor tasa de mortalidad acumulada del continente².

Después de más de dos años de pandemia-al 31 de mayo de 2022-, el país registra más de 3,7 millones de casos totales y 57 mil muertes por COVID-19³. Sin embargo, estos dos años, han mostrado una dinámica marcada por cambios en la información sobre el virus y la enfermedad, aparición de nuevas cepas y variantes, y respuestas de política, incluida la disponibilidad de

vacunas⁴. También se han observado variaciones en el comportamiento de la población, caracterizándose por un relajamiento de las medidas de autocuidado^{5,6}.

El impacto de la pandemia no solo ha ido variando a lo largo del tiempo, sino también entre regiones del país. Esto se ha reflejado en que las medidas de prevención para el avance del COVID-19, contempladas en el Plan Paso a Paso, se han aplicado de maneras más o menos restrictivas dependiendo de la zona geográfica.

Entender similitudes y diferencias en distintos indicadores relacionados con el impacto del COVID-19 en Chile es relevante hoy, pensando en que la identificación de patrones temporales y

geográficos puede dar luces de cómo abordar la pandemia en los próximos meses, considerando que aún no existe un control de su evolución.

Este artículo busca identificar, mediante un análisis descriptivo, patrones en la evolución del COVID-19 y su impacto. Para esto, se propone analizar diversos indicadores relacionados a la pandemia, evaluando el impacto de esta a través del tiempo-analizando las distintas “olas” de casos entre 2020 y 2022- para las distintas regiones. El análisis de estos indicadores a nivel de ola permite que se examine la evolución de la pandemia de manera desagregada, permitiendo enfocarnos en sus etapas más críticas. Esto resulta ventajoso en comparación con el uso de otros períodos de estudio, por ejemplo, años.

Materiales y Métodos

Para examinar el impacto del COVID-19 en el país para el período comprendido entre marzo de 2020 y abril de 2022, se seleccionaron una serie de indicadores relacionados a la pandemia, a su evolución y consecuencias para el sistema de salud y la salud de la población: duración de la ola, tasa de casos acumulados por 100.000 habitantes, tasa de defunciones acumuladas por 100.000 habitantes, tasa de letalidad, positividad, ocupación de camas UCI por COVID-19 promedio, número de semanas con una ocupación UCI sobre un 90%, porcentaje de vacunados con primera y segunda dosis, además del porcentaje de vacunados con dosis de refuerzo. El detalle sobre los indicadores se muestra en la Tabla 1.

La información de este estudio se obtuvo de datos abiertos provenientes de instituciones públicas. Para los casos confirmados, datos relativos a PCR realizados, ocupación de unidad de cuidados intensivos (UCI) y vacunaciones se utiliza la información proveniente del Ministerio de Salud de Chile (MINSAL), publicada por el Ministerio de Ciencia (MinCiencia)⁷. En el caso de la población regional, se utilizaron las proyecciones estadísticas del INE, con base en el censo de 2017⁸. Finalmente, los datos de defunciones por COVID-19 se recopilaron de la base abierta del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud⁹.

Para la tasa de defunciones acumuladas se consideran las muertes con subcategoría U071:

“COVID-19 virus identificado” y U072: “COVID-19 virus no identificado”. Es importante que para este indicador se consideraron hasta dos semanas después del término de la ola con el fin de capturar completamente el impacto del COVID-19 en defunciones.

Cada indicador fue calculado a nivel país y para las 16 regiones administrativas. Adicionalmente, se calcularon para el período completo de estudio y también por subperíodos (“olas” COVID-19). Para identificar las olas de cada región, se utilizó la definición propuesta en¹⁰, que combina datos epidemiológicos de cada región, analizando tanto la tendencia (número de semanas en alza o descenso) como la escala (umbral de 70 casos confirmados por 100.000 habitantes) de las tasas de incidencia semanal de casos confirmados en cada región, para definir el comienzo y fin de una ola COVID-19 en base a los criterios establecidos inicialmente por el gobierno para decretar cuarentenas y etapas comunales dentro del Plan Paso a Paso¹¹.

Esta metodología permite identificar olas, con períodos de inicio y término diferentes para cada región, según su propia realidad epidemiológica. Esto es relevante, ya que permite comparar indicadores de intensidad e impacto de las distintas olas entre regiones, no restringiendo el análisis temporal a los datos agregados a nivel nacional, que en muchas ocasiones dan cuenta de la realidad de la Región Metropolitana, minimizando las diferencias y contextos regionales. Posteriormente, para cada ola se identificaron las regiones con los tres mayores y menores valores de cada indicador, a fin de identificar patrones de desempeño de las distintas etapas de la pandemia.

Cabe considerar que el presente estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Ética Institucional de la Universidad de Santiago de Chile.

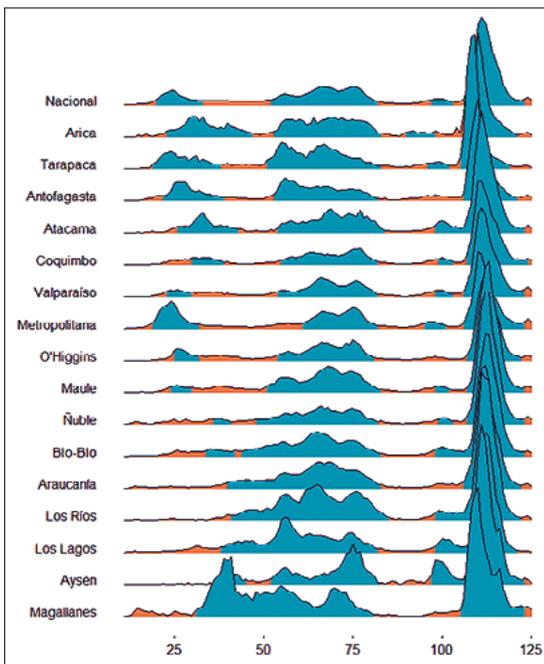
Resultados

La Figura 1 exhibe, de manera exploratoria, el comportamiento de las olas de COVID-19 para las regiones del país, definidas a partir de la tasa de incidencia semanal de casos.

Se observan diferencias en la evolución de la pandemia (número de casos acumulados, duración en semanas, *peaks* de contagio) entre las

Tabla 1. Indicadores de impacto COVID-19

Área	Nombre indicador	Forma de cálculo
Propiedades de la ola e impacto sobre población	Largo ola.	Número de semanas que duró la ola en la región
	Tasa de casos por 100.000 habitantes.	Cociente entre el número de casos de COVID-19 acumulados durante la ola y la población de la región; por cien mil habitantes
	Tasa de defunciones por 100.000 habitantes.	Cociente entre el número de defunciones por COVID-19 acumulados durante ola y población de la región; por cien mil habitantes
	Tasa de letalidad por 1.000 casos.	Cociente entre el número de defunciones por COVID-19 acumulados durante la ola y el número de casos; por mil casos.
	Positividad ola (%).	Cociente entre el número de casos confirmados por PCR durante la ola y número de PCR realizados; por cien
Impacto Sistema de salud	Ocupación UCI (COVID) promedio.	Promedio de la ocupación UCI por COVID-19 durante la ola Ocupación UCI por COVID-19: cociente entre el número de camas críticas ocupadas por COVID-19 y el número de camas críticas ocupadas
	Semanas con ocupación UCI sobre 90%.	Número de semanas durante la ola en que la ocupación UCI estuvo sobre 90%. Ocupación UCI: cociente entre el número de camas críticas ocupadas y el número de camas críticas
	Porcentaje población con 1° dosis.	Cociente entre el número de personas vacunadas con primera dosis al final de la ola y población de la región; por cien
	Porcentaje población con 2° dosis.	Cociente entre el número de personas vacunadas con segunda dosis al final de la ola y población de la región; por cien
	Porcentaje población con dosis de refuerzo.	Cociente entre el número de personas vacunadas con dosis de refuerzo al final de la ola y población de la región; por cien

**Figura 1.** Olas de casos de COVID-19 por Región.

- Eje x de la Figura: "Semanas Epidemiológicas correlativas"
- Eje y de la Figura: "Regiones del país"
- Color naranja: "Período de transición"
- Color azul: "Ola identificada".

regiones y entre las distintas olas a lo largo del tiempo. Es interesante que no todas las regiones mantienen siempre la sincronía con el agregado a nivel nacional. La primera ola nacional coincide temporalmente sólo con la Región Metropolitana, mientras que para las olas posteriores hay una sincronía entre todas las regiones.

A fin de profundizar en estas diferencias, la Tabla 2 presenta un conjunto de indicadores del impacto COVID-19 por región y olas. Destacar que, para facilitar la comparación de los resultados, las columnas de la tabla identifican cuatro olas, resultado de aplicar el criterio de identificación de olas a los datos agregados a nivel nacional. En específico, la primera ola nacional comenzó el día 10 de mayo de 2020 y terminó el 2 de agosto del mismo año, la segunda ola lo hizo el 20 de diciembre de 2020 y finalizó el 11 de julio de 2021, la tercera se extendió entre el 31 de octubre de 2021 y el 5 de diciembre del mismo año, la cuarta ola inició el 2 de enero de 2022 y finalizó el 24 de abril de 2022. Adicionalmente, la última columna resume la información para todo el período de estudio. Finalmente, los tres valores mayores y los tres menores de cada indicador por ola son identificados en negrita en la tabla, a

Tabla 2. Indicadores COVID-19 por región y ola						
Región	Indicador	Ola 1	Ola 2	Ola 3	Ola 4	Período completo
Chile	Largo ola	13	30	6	17	112
	Tasa casos x 100.000 hab.	1.604,4	5.218,1	462,1	8.435,9	17.586,5
	Tasa muertes x 100.000 hab	71,3	123,5	6,4	38,3	296,3
	Tasa letalidad x 1.000 casos.	4,44	2,37	1,41	0,45	1,69
	Positividad (%).	21,4	8,4	3,2	16,0	8,6
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	64,3	66,4	32,7	31,9	47,3
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	2	27	2	4	35
	% con 1° dosis hasta fin ola.	0	65,6	84,0	89,1	89,1
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	56,6	80,5	86,7	86,7
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	46,2	71,5	71,5
Arica y Parinacota	Largo ola	24	30	8	15	108
	Tasa casos x 100.000 hab	3.726,5 (+)	6.185,0	531,9 (+)	8.265,8	19.950,8
	Tasa muertes x 100.000 hab.	98,8 (+)	138,4 (+)	7,5 (+)	51,6 (+)	320,5 (+)
	Tasa letalidad x 1.000 casos.	2,65	2,24	1,42 (+)	0,62 (+)	1,61
	Positividad (%).	11,8	6,0 (-)	1,9 (-)	11,9 (-)	6,2 (-)
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	76,5 (+)	75,1 (+)	15,1 (-)	27,8 (-)	56,2 (+)
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	0	9 (-)	0 (-)	0 (-)	9
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	62,4 (-)	79,3 (-)	88,6 (-)	88,6
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	52,8 (-)	71,3 (-)	84,6 (-)	84,6 (-)
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	23,1 (-)	65,3 (-)	65,3 (-)
Tarapacá	Largo ola	19	32	6	14	105
	Tasa casos x 100.000 hab.	2.760,1 (+)	6.766,9 (+)	516,4 (+)	8.625,5	20.213,8
	Tasa muertes x 100.000 hab.	69,8	150,0 (+)	4,2 (-)	37,1	283,7
	Tasa letalidad x 1.000 casos.	2,53 (-)	2,22	0,81 (-)	0,43	1,40
	Positividad (%).	17,5	8,2	2,4 (-)	14,3	7,7
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	83,3 (+)	84,6 (+)	37,3 (+)	46,1 (+)	62,2 (+)
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	2 (+)	22	3 (+)	2	30
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	60,8 (-)	80,2 (-)	89,0	89,0
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	52,1 (-)	73,8 (-)	83,5 (-)	83,5 (-)
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	32,5 (-)	63,3 (-)	63,3 (-)
Antofagasta ¹	Largo ola	17	29	-	15	109
	Tasa Casos x 100.000 hab.	2.458,2	5.159,0	-	7.396,4 (-)	16928,3
	Tasa muertes x 100.000 hab.	89,8 (+)	98,0	-	28,3 (-)	254,2
	Tasa letalidad x 1.000 casos.	3,65	1,90	-	0,38 (-)	1,50
	Positividad (%).	16,6	5,8 (-)	-	14,1 (-)	6,6 (-)
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	57,0	60,7 (-)	-	37,1	42,1 (-)
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	6 (+)	28 (+)	-	9 (+)	57 (+)
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	62,5 (-)	-	90,9	90,9
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	52,2 (-)	-	87,9	87,9
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	-	69,9	69,9

Atacama ²	Largo ola	17	30	25		111
	Tasa casos x 100.000 hab	2.186,5	5.814,6	11.349,5		20.313,1
	Tasa muertes x 100.000 hab.	34,3	94,4 (-)	36,9		185,9 (-)
	Tasa letalidad x 1.000 casos	1,57 (-)	1,62 (-)	0,32		0,92 (-)
	Positividad (%)	11,1	7,2	8,6		6,6 (-)
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	53,4 (-)	65,7 (-)	32,1		44,9
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	0	6 (-)	1		7 (-)
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	69,6	95,6		95,6 (+)
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	59,8	92,3		92,3 (+)
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	72,7		72,7
Coquimbo	Largo ola	9	27	4	17	111
	Tasa casos x 100.000 hab	817,1	3.828,1 (-)	325,7 (-)	8.069,2	14.628,7 (-)
	Tasa muertes x 100.000 hab	23,9	89,2 (-)	5,3	34,6 (-)	200,5 (-)
	Tasa letalidad x 1.000 casos	2,93	2,33	1,62 (+)	0,43	1,37
	Positividad (%)	13,1	8,5	4,5 (+)	20,1	9,1
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	59,4	71,5	37,4 (+)	32,6 (-)	43,5
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	1	23 (+)	2	10 (+)	44
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	66,5	86,9	92,7	92,7
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	56,4	82,7	90,1	90,1
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	44,4	73,0	73,0
Valparaíso	Largo ola	7	28	5	17	110
	Tasa casos x 100.000 hab.	598,2 (-)	4.206,6 (-)	401,6	8.248,6	15.270,3 (-)
	Tasa muertes x 100.000 hab	32,3	127,2	6,5 (+)	40,9	286,1
	Tasa letalidad x 1.000 casos.	5,40 (+)	3,02 (+)	1,63 (+)	0,50 (+)	1,87 (+)
	Positividad (%)	30,0 (+)	8,4	4,7 (+)	17,5	8,9
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	65,6	65,8 (-)	27,1 (-)	33,4	44,4
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	0	27 (+)	5 (+)	13 (+)	57 (+)
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	70,0 (+)	88,2 (+)	93,1	93,1
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	60,7	84,6 (+)	90,6	90,6
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	50,1 (+)	74,8	74,8
Metropoli- tana	Largo ola	13	21	6	17	112
	Tasa casos x 100.000 hab.	2.661,4 (+)	3.820,4 (-)	505,0 (+)	6.695,9 (-)	15.657,9
	Tasa muertes x 100.000 hab	125,9 (+)	104,0	6,7 (+)	30,6 (-)	348,4 (+)
	Tasa letalidad x 1.000 casos.	4,73 (+)	2,72 (+)	1,33 (-)	0,46	2,23 (+)
	Positividad (%)	28,0 (+)	9,4 (+)	3,4	13,9 (-)	8,5
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	71,2	72,0	33,1	28,3 (-)	46,8
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	8 (+)	21	4 (+)	7	53 (+)
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	63,0	78,9 (-)	84,0 (-)	84,0 (-)
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	53,9	74,7 (-)	81,8 (-)	81,8 (-)
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	40,3 (-)	68,1 (-)	68,1 (-)

O'Higgins ¹	Largo ola	7	27	-	15	109
	Tasa casos x 100.000 hab.	852,1	4.531,6	-	7.457,9 (-)	14.864,1 (-)
	Tasa muertes x 100.000 hab.	34,7	108,4	-	34,8	254,3
	Tasa letalidad x 1.000 casos	4,06 (+)	2,39 (+)	-	0,47 (+)	1,71 (+)
	Positividad (%)	36,2 (+)	9,8 (+)	-	21,9 (+)	9,8
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	70,1	73,4	-	37,5	50,0 (+)
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	1	14	-	0 (-)	16
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	69,7	-	96,3 (+)	96,3 (+)
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	58,5	-	94,0 (+)	94,0 (+)
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	-	77,0 (+)	77,0 (+)
Maule	Largo ola	6	32	4	16	112
	Tasa casos x 100.000 hab.	497,6 (-)	6.802,1 (+)	315,4 (-)	11.140,8 (+)	20.900,7
	Tasa muertes x 100.000 hab.	18,1 (-)	128,2	4,2 (-)	50,7 (+)	258,2
	Tasa letalidad x 1.000 casos	3,64	1,89 (-)	1,35	0,46	1,24
	Positividad (%)	20,2	10,3 (+)	2,8 (-)	18,3	9,7
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	71,9 (+)	76,3 (+)	36,0 (+)	40,	49,7
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	0	12	0 (-)	3	16
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	71,0 (+)	88,6 (+)	94,3 (+)	94,3
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	62,7 (+)	85,2 (+)	92,0 (+)	92,0
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	46,4 (+)	76,5	76,5
Ñuble	Largo ola	5	34	4	16	111
	Tasa casos x 100.000 hab	368,9 (-)	5.212,2	335,5 (-)	11.509,2 (+)	19.325,4
	Tasa muertes x 100.000 hab	13,7 (-)	108,7	4,5 (-)	48,9	217,0
	Tasa letalidad x 1.000 casos	3,71	2,09	1,34 (-)	0,43 (-)	1,12 (-)
	Positividad (%)	7,4 (-)	8,8	3,6 (+)	21,8 (+)	9,2
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	38,9 (-)	67,7	32,8 (-)	41,1 (+)	49,6
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	0	10	0 (-)	0 (-)	10
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	73,1 (+)	91,6 (+)	96,9 (+)	96,9 (+)
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	64,8 (+)	88,8 (+)	95,1 (+)	95,1 (+)
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	51,3 (+)	80,3 (+)	80,3 (+)
Bío-Bío ²	Largo ola	8	39	25		111
	Tasa casos x 100.000 hab.	690,4	7.181,5 (+)	11.851,7		21.106,0
	Tasa muertes x 100.000 hab.	19,5	151,2 (+)	55,9		257,4
	Tasa letalidad x 1.000 casos.	2,82	2,11	0,47		1,22
	Positividad (%)	7,5 (-)	7,6	13,5		8,3
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	54,7 (-)	67,8	37,4		48,1
	Semanas ocupación UCI sobre 90%.	0	19	8		27
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	68,4	90,7		90,7
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	60,4	88,6		88,6
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	74,0		74,0

Araucanía ^{1,3}	Largo ola	43	-	16	109
	Tasa casos x 100.000 hab	8.680,8	-	10.789,1	20.992,6
	Tasa muertes x 100.000 hab	163,9	-	45,6	253,4
	Tasa letalidad x 1.000 casos.	1,89	-	0,42 (-)	1,21
	Positividad (%)	12,8	-	20,8 (+)	12,0 (+)
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	62,7	-	38,4	42,3 (-)
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	40	-	6	47
	% con 1° dosis hasta fin ola	67,5	-	92,7	92,7
	% con 2 dosis hasta fin ola	59,4	-	90,3	90,3
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	-	71,1	71,1
Los Ríos ^{2,3}	Largo ola.	44	-	24	109
	Tasa Casos x 100.000 hab.	11.531,0	-	13.713,5	26.101,5 (+)
	Tasa muertes x 100.000 hab	201,8	-	76,6	301,1
	Tasa letalidad x 1.000 casos	1,75	-	0,56	1,15
	Positividad (%)	11,3	-	15,4	10,8 (+)
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	63,0	-	32,0	41,5 (-)
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	19	-	2	21
	% con 1° dosis hasta fin ola	71,	-	93,0	93,0
	% con 2 dosis hasta fin ola	64,1	-	90,6	90,6
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	-	74,0	74,0
Los Lagos ^{2,3}	Largo ola	44	-	23	110
	Tasa casos x 100.000 hab	8.892,0	-	11.001,4	21.150,5
	Tasa muertes x 100.000 hab.	166,9	-	62,4	259,0
	Tasa letalidad x 1.000 casos	1,88	-	0,57	1,23
	Positividad (%)	6,7	-	12,8	7,0
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	63,1	-	40,5	46,3
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	23	-	14	38
	% con 1° dosis hasta fin ola.	66,5	-	92,0	92,0
	% con 2 dosis hasta fin ola.	57,5	-	89,3	89,3
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	-	71,5	71,5

Aysén ²	Largo ola	7	31	26	111
	Tasa casos x 100.000 hab	825,7	6.262,1	14.716,2	22.718,3 (+)
	Tasa muertes x 100.000 hab	9,3 (-)	69,0 (-)	75,5	171,5 (-)
	Tasa letalidad x 1.000 casos	1,13 (-)	1,10 (-)	0,51	0,76 (-)
	Positividad (%)	7,8 (-)	6,4 (-)	11,4	6,6
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	62,7	71,7	64,2	48,8
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	0	6 (-)	1	7 (-)
	% con 1° dosis hasta fin ola	0	68,1	87,2	87,2 (-)
	% con 2 dosis hasta fin ola	0	61,2 (+)	85,0	85,0
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	0	74,1	74,1
Magallanes ^{1,3}	Largo ola	50	-	18	110
	Tasa casos x 100.000 hab	15.237,6	-	11.958,8 (+)	28.680,4 (+)
	Tasa muertes x 100.000 hab	290,4	-	53,8 (+)	394,1 (+)
	Tasa letalidad x 1.000 casos	1,91	-	0,45	1,37
	Positividad (%)	11,2	-	16,6	9,9 (+)
	Ocupación UCI (COV) promedio (%)	55,0	-	52,9 (+)	43,6
	Semanas ocupación UCI sobre 90%	4	-	0 (-)	4 (-)
	% con 1° dosis hasta fin ola	67,7	-	87,6 (-)	87,6 (-)
	% con 2 dosis hasta fin ola	63,5	-	85,9	85,9
	% dosis refuerzo hasta fin ola	0	-	78,4 (+)	78,4 (+)

1: Región no presentó 3ra ola.
2: Región que presenta una ola, mientras que a nivel nacional se presentan la 3ra y 4ta.
3: Región que presenta una ola, mientras que a nivel nacional se presentan la 1ra y 2da.

través de los símbolos (+) y (-), respectivamente.

Es importante destacar que existen regiones que no siguen el patrón de las cuatro olas, que replica la realidad de la Región Metropolitana. Por ejemplo, en el período entre la ola nacional 3 y 4 (entre octubre de 2021 y abril de 2022), la región de Atacama experimentó una sola ola, ya que una vez iniciada la ola 3, ésta nunca cumplió los requisitos de término (bajo nivel de incidencia de casos y tendencia a la baja por al menos dos semanas) y terminó acoplándose con el inicio de la ola 4. Situación similar ocurrió en varias regiones del sur del país, donde se identificó una sola gran ola (en lugar de dos) durante los primeros meses de la pandemia.

Al analizar los resultados se observan diferencias entre las olas del COVID-19. Considerando

todas las regiones, se puede afirmar que la primera ola presentó la mayor letalidad y, junto con la cuarta ola, la más alta positividad. En cuanto a la segunda ola (diciembre de 2020-julio de 2021), esta destaca por su mayor duración (30 semanas) y su alta tasa de defunciones; adicionalmente, la segunda ola se muestra como una de las de mayor impacto al sistema de salud, con la ocupación UCI por COVID-19 promedio sobre el 90%. Por el contrario, la tercera ola (octubre de 2021-diciembre de 2021) es la de menor duración; consecuentemente muestra un menor impacto (relativo a las otras olas) en cuanto a la tasa de casos y defunciones, así como positividad y ocupación UCI por COVID-19. Finalmente, la cuarta ola (enero de 2022-abril de 2022), es la que presenta una mayor tasa de casos y positividad pero, sin

embargo, muestra una baja letalidad y ocupación UCI por COVID-19.

En resumen, las dos primeras olas tuvieron fuerte impacto en la población, registrando un gran número de defunciones y niveles críticos en el sistema de salud. Las olas posteriores presentan cifras más atenuadas, donde pese al mayor número de casos, estos no llegaron a etapas más críticas, reflejándose en bajos niveles de ocupación y defunciones. Esto puede guardar relación con la campaña de vacunación que coincide con estos períodos: la mayor parte de la población se vacunó durante el transcurso de la segunda y tercera ola (primera y segunda dosis) y obtuvo su dosis de refuerzo durante la tercera y la cuarta ola^{9,12}.

Al caracterizar el impacto en las distintas regiones para el período completo, destaca el caso de Ñuble, región que presenta el porcentaje de vacunación más alto para las tres dosis y a su vez una de las menores tasas de letalidad. El mismo comportamiento es observado en la región de Atacama donde, además de la baja letalidad, se observa una baja tasa de defunciones, positividad y semanas con ocupación UCI sobre el 90%. Otra región con un alto porcentaje de su población vacunada es O'Higgins, la que si bien presenta una baja tasa de casos, también se ubica entre las regiones con las tasas de letalidad y ocupación UCI por COVID-19 más altas.

Entre las regiones con menores tasas de vacunación se encuentran Arica, Tarapacá y la Metropolitana. Entre estas, las regiones de la zona norte presentan las cifras más altas en ocupación UCI por COVID-19 promedio, mientras que Arica y la Región Metropolitana exhiben altos valores en las tasas de defunción.

Es importante destacar que las regiones del centro del país, O'Higgins, Valparaíso y la Región Metropolitana tienen las más altas tasas de letalidad y positividad, lo que se presenta no solo para el período completo sino que a lo largo de las distintas olas. Esto podría estar reflejando la existencia de factores estructurales (por ejemplo composición socio demográfica o factores relacionados al sistema de salud) que explican la persistencia de ciertos resultados (positivos y negativos) en determinadas regiones a lo largo de las distintas olas identificadas^{13,14}.

Respecto a las regiones del sur del país, como Los Ríos, Aysén y Magallanes, éstas se caracterizan por olas más extensas (debido a la unión de olas)

y ser las más afectadas en términos de tasas de casos. Comparando con las regiones de esta zona, Aysén tuvo las menores tasas de letalidad, defunciones y positividad en las olas identificadas.

Discusión

El artículo busca caracterizar la evolución de las olas COVID-19 en el país considerando las diferencias de la pandemia en el tiempo y entre regiones. Se observan diferencias importantes entre las distintas olas (por ejemplo en términos de su duración, contagios, ocupación UCI y muertes); así mismo, se explicita la manera en que la que la pandemia se vivió en distintas regiones, mostrando algunos patrones sistemáticos, por ejemplo, entre regiones con mayores tasas de inmunización y menores índices de contagio y letalidad.

En términos generales se observa un patrón de varias olas con algunas diferencias regionales a lo largo del período de estudio. En particular, una primera ola a principios de 2020 que golpeó principalmente a la Región Metropolitana y una serie de olas que culminaron en un brote extendido en todas las regiones del país, a comienzos de 2021. Resultados similares a los reportados en otros estudios¹⁵. Al comparar entre olas, destaca la segunda como la más dura en términos de impacto a la población y al sistema de salud, presentando una tasa de defunciones nacional de 123,5 muertes por 100.000 habitantes y 66,4% de ocupación por COVID-19. Por el contrario, la tercera ola es la de menor duración e impacto. Por otro lado, la zona norte exhibe un bajo porcentaje de su población vacunada, lo que se acompaña de altas tasas de ocupación cama por COVID-19 promedio. En las regiones del centro se concentran las más altas tasas de letalidad y positividad del país. Finalmente, la zona sur es afectada por altas tasas de casos.

Si bien este estudio es importante para identificar algunos patrones espacio-temporales en la evolución y consecuencias de la pandemia, existen algunas limitaciones que es necesario considerar a la hora de interpretar los resultados. En primer lugar, dado que las olas entre regiones no necesariamente coinciden en las semanas epidemiológicas (se configuran en un rango de fechas), puede existir un desfase en las fechas de

inicio de las olas entre distintas regiones. Aunque esto podría presentar algunos problemas en términos de comparabilidad entre las regiones, también es necesario considerar cada región como una unidad epidemiológica que, si bien se relaciona con el resto, puede tener sus propias dinámicas, contextos y cultura que expliquen algunas de las diferencias observadas. Seguras, tal como el artículo propone utilizar las regiones como unidad de análisis, bajo el supuesto que los datos agregados a nivel nacional esconden importantes diferencias, es necesario acotar que al analizar la información a nivel de región no es posible capturar la heterogeneidad al interior de ellas; la propuesta de análisis se podría replicar al interior de las regiones para entender de mejor manera las dinámicas regionales de la pandemia.

En síntesis, el artículo muestra la evolución de la pandemia en las distintas regiones de Chile, a poco más de dos años de la llegada del COVID-19 al país. El artículo enfatiza la necesidad de conocer cómo impactan las olas a nivel regional no sólo para tener un mejor entendimiento de la pandemia, sino además para informar a los tomadores de decisiones, logrando un uso más eficiente de los recursos^{16,17}. Por ejemplo, la identificación de regiones que en distintas olas han tenido peores resultados de salud, es una guía para priorizar recursos en estos sectores; de igual manera, el monitoreo de indicadores como tasas de ocupación y mortalidad puede ser un importante insumo respecto de las condiciones de los sistemas de salud regionales para enfrentar la pandemia.

Esperamos que este artículo contribuya a un mejor entendimiento de la pandemia en el país, enfatizando la necesidad de mirar las diferencias regionales, entender su contexto temporal -considerando, por ejemplo, las distintas variantes y el rol de la vacunación- y avanzar en nuevas estrategias para el abordaje de un problema de salud aún vigente. Esto es particularmente importante en nuestro país, donde el análisis de datos agregados a nivel nacional usualmente esconde las realidades regionales. En este contexto, los datos presentados sirven para remarcar la existencia de diferencias, recalando la importancia de disponer de información desagregada, que alimente la toma de decisiones descentralizadas.

Agradecimientos: al Proyecto DICYT 022191MH DAS, VRICC. Universidad de Santiago de Chile, USACH.

Referencias

1. World Health Organization [Internet]. Coronavirus disease (COVID-19): Situation Report - 124; 2020; [Consultado el 31 de mayo de 2022]; Disponible en: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200523-covid-19-sitrep-124.pdf>
2. Our World in Data [Internet]. COVID-19 Data Explorer; 2021; [Consultado el 31 de mayo de 2022]; Disponible en: <https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer>
3. Gobierno de Chile [Internet]. Cifras: Situación Nacional de COVID-19 en Chile; 2020; [Consultado el 31 de mayo de 2022]; Disponible en: <https://www.gob.cl/pasoapaso/cifrasoficiales/>
4. Wise J; Covid-19: New coronavirus variant is identified in UK; BMJ [internet]; 2020; 371. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.m4857>; [Consultado el 31 de mayo de 2022].
5. Gember M, Cuadrado C, Figueiredo A, Crispi F, Jiménez-Moya G & Andrade V. Taking Care of Each Other: How Can We Increase Compliance with Personal Protective Measures During the COVID-19 Pandemic in Chile?; Political Psychology [internet]; 2021; 42 (5): 863-880. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/pops.12770>; [Consultado el 31 de mayo de 2022].
6. Varas S, Elorrieta F, Vargas C, Villalobos Dintrans P, Castillo C, Martínez Y, et al; Factors associated with change in adherence to COVID-19 personal protection measures in the Metropolitan Region, Chile; PLOS ONE [internet]; 2022; 17 (5). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267413>; [Consultado el 31 de mayo de 2022].
7. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Gobierno de Chile [Internet]. Datos-COVID19; 2020; [Consultado el 31 de mayo de 2022]; Disponible en: <https://github.com/MinCiencia/Datos-COVID19>
8. Ministerio de Desarrollo Social, Gobierno de Chile [Internet]. Encuesta de caracterización socioeconómica nacional; 2017; [Consultado el 31 de mayo de 2022]; Disponible en: <http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen-2017>
9. Departamento de Estadísticas e Información de Salud [Internet]. Defunciones por Causa (actualización semanal); 2020; [Consultado el 31 de mayo de 2022];

- Disponible en: <https://deis.minsal.cl/#datosabiertos>
10. Ayala A, Villalobos Dintrans P, Elorrieta F, Castillo C, Vargas C & Maddaleno M. Identification of COVID-19 Waves: Considerations for Research and Policy; *International Journal of Environmental Research and Public Health* [internet]; 2021; 18 (21): 11058. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph182111058>; [Consultado el 31 de mayo de 2022].
 11. Gobierno de Chile [Internet]. Actualización de la Estrategia Gradual “Paso a Paso nos cuidamos”; 2021; [Consultado el 31 de mayo de 2022]; Disponible en: <https://www.ccs.cl/wp-content/uploads/2021/01/210111-Actualizacio%CC%81n-Paso-a-Paso.pdf>
 12. Castillo C, Villalobos Dintrans P & Maddaleno M. The successful COVID-19 vaccine rollout in Chile: Factors and challenges; *Vaccine: X* [internet]; 2021; 9: 100114. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jvax.2021.100114>; [Consultado el 17 de junio de 2022].
 13. Villalobos Dintrans P, Castillo C, de la Fuente F & Maddaleno M. COVID-19 incidence and mortality in the Metropolitan Region, Chile: Time, space, and structural factors; *PLoS ONE* [internet]; 2021; 16(5): e0250707. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250707> [Consultado el 17 de junio de 2022].
 14. Mena GE, Martínez PP, Mahmud AS, Marquet PA, Buckee CO & Santillana M. Socioeconomic status determines COVID-19 incidence and related mortality in Santiago, Chile; *Science* [internet]; 2021; 372(6545): eabg5298. Disponible en: doi:10.1126/science.abg5298 [Consultado el 17 de junio de 2022].
 15. Canals M & Canals A. Resumen analítico de la experiencia chilena de la pandemia COVID-19, 2020-2022; *Cuadernos Médicos Sociales* [internet]; 2022; 62(3). Disponible en: <https://doi.org/10.56116/cms.v62.n3.2022.374> [Consultado el 1 de diciembre de 2022].
 16. Benitez MA, Velasco C, Sequeira AR, Henríquez J, Menezes FM & Paolucci F. Responses to COVID-19 in five Latin American countries; *Health Policy Technol* [internet]; 2020; 9(4). Disponible en: <https://doi.org/10.1016%2Fj.hlpt.2020.08.014> [Consultado el 1 de diciembre de 2022].
 17. Canals M, Cuadrado C, Canals A, Johannessen K, Lefio LA, Bertoglia MP, et al. Epidemic trends, public health response and health system capacity: The Chilean experience in COVID-19 epidemic; *Rev Panam Salud Publica* [internet]; 2020; 4:e99. Disponible en: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.99> [Consultado el 1 de diciembre de 2022].